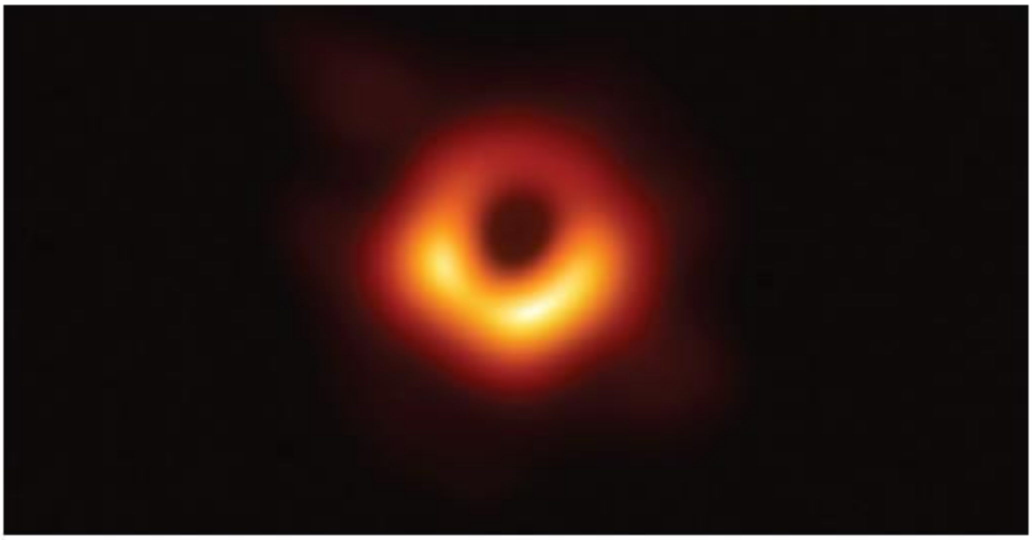
ಅದೃಶ್ಯವಾದುದನ್ನು ಕಾಣುವುದು

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಬಿಂಬ ತಯಾರಿಕೆ

ಈ ವರ್ಷದ ಏಪ್ರಿಲ್ ತಿಂಗಳ ಮೊದಲ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಾರ್ತಾಪತ್ರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಜಾಲತಾಣಗಳು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬಹಳ ದೂರದ ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದಲ್ಲಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಪಡೆದರು ಎನ್ನುವ ವಿಷಯದಿಂದ ತುಂಬಿಹೋಗಿದ್ದವು. ಈ ಚಿತ್ರ ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಕಲರವ ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಕಾರಣವೇನು?

ಏಪ್ರಿಲ್ 2019ರಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅಥವಾ ಕೃಷ್ಣರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸಫಲರಾದರು.(ಚಿತ್ರ 1 ನೋಡಿ) ಈ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಎಂ 87ಎಂಬ ಒಂದು ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ನಟ್ಟನಡುವೆ ಉಪಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ. (ಬಾಕ್ಸ್ 1 ನೋಡಿ)



ಚಿತ್ರ 1: ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಹೃದಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ. ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರ. ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿತರಿಸಿದ್ದ ಡಿಶ್ ಆಂಟೆನ್ನಾಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಲಾಯಿತು.

ಬಾಕ್ಸ್.1

M87

ಖಗೋಳ ಕಾಯಗಳ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಪಟ್ಟಿಯನ್ನು (The catalog of nebulae and star clusters – ನಿಹಾರಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳ ಪೂರ್ಣಪಟ್ಟಿ)) ಫ್ರೆಂಚ್ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಮೆಸ್ಸಿಯಾ (Charles Messier) 1771ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ. ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜ ಎಂ87(M87) ಮೆಸ್ಸಿಯಾ 87ನ (Messier 87) ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪವಾಗಿದ್ದು, ಅದು ಪೂರ್ಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ 87ನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪೂರ್ಣಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ 110

ನಿಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗೊಂಚಲುಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅಂದಿನಿಂದ ಇವು ಮೆಸ್ಸಿಯಾ ಕಾಯಗಳೆಂದೇ ಹೆಸರು ಪಡೆದಿವೆ.

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗೆಲಿಲಿಯೋ (Galileo) ತನ್ನ ದೂರರ್ದರ್ಶಕದಿಂದ ನಮ್ಮ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ, ಅದರೊಳಗೆ ಹಲವಾರು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಗುರುತಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಾಗ ನಾವೂ ಸುಮಾರು ಒಂದು ನೂರು ದಶಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿರುವ ಈ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದಲ್ಲಿಯೇ ವಾಸಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಷಯ ಅರ್ಥವಾಯಿತು. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹರಡಿದಂತೆ ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವ ಹಲವಾರು ಕಾಯಗಳು ನಮ್ಮ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದಿಂದ ಹೊರಗಿರುವ ಬೇರೆ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳೆಂದೂ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿಯಲು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಇನ್ನು 300 ವರ್ಷಗಳೇ ಹಿಡಿದವು. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಈ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸಿದ ಮೊದಲಿಗರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹೀಬರ್ ಕರ್ಟಿಸ್ (Heber Curtis) ಒಬ್ಬನಾಗಿದ್ದ. ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬಲ್ (Edwin Hubble) ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಪಕ್ಕದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವಾದ ಆಂಡ್ರೊಮೆಡಾ (Andromeda)ದಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಕಾಣುವುದರಲ್ಲಿ ಸಫಲವಾದಾಗ ಇದಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಬೆಂಬಲ ದೊರಕಿತು. 1918ರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕರ್ಟಿಸ್ ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವ ತೀಕ್ಷ್ಣರೇಖೆಯಂತಹ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕಾಯದ ಚಿತ್ರ ತೆಗೆದ. ಅನಂತರದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತಿರುವ ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುವಂತೆ 'ಜೆಟ್' ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಿದರೂ, ಇದು ಏನೆಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಯದೆ ಸುಮಾರು 50 ವರ್ಷಗಳವರೆಗೂ ನಿಗೂಢವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿತ್ತು.



ಎಂ87 ಜೆಟ್: ಹಬಲ್ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಚಿತ್ರಿಸಿದ ಆಧುನಿಕ ಚಿತ್ರ.

ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಹಾಗೂ ಅನಿಲದ ವೇಗದ ಗತಿಯ ಮಾಪನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅಂದಾಜು ತೂಕ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನ ತೂಕದ ಶತಕೋಟಿ ಪಟ್ಟು ಇರುವುದಾಗಿಯೂ, ಅದರ ಗಾತ್ರ ಶತಕೋಟಿ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟಿದ್ದು ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಗಾತ್ರಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವುದಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಲಾಗಿದೆ. (ಬಾಕ್ಸ್ 2 ನೋಡಿ) ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಗ್ರಹದಿಂದ ಬಹಳ ದೂರ ಇರುವುದರಿಂದ ಈ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ

ಕೋನಯುತ ಗಾತ್ರ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಅಂದರೆ ಡಿಗ್ರಿಯ ಒಂದು ದಶಕೋಟಿ ಭಾಗದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ (10^{-8}) ಇದೆ. ಹೀಗಾದರೂ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ನಾವು ತಿಳಿದಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಕೋನವನ್ನು ಮೂಡಿಸಿದುದರಿಂದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಚಿತ್ರ ತೆಗೆಯಲು ಈ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡರು.

ಬಾಕ್ಸ್ 2

ದೈತ್ಯ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳು:

ದೈತ್ಯ ಗಾತ್ರದ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದೆಂದು ಮೊದಲ ಬಾರಿ 20ನೇ ಶತಮಾನದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಶಂಕಿಸಲಾಯಿತು. ಭೂಮಿಯು ಎಂ87 ನಂತಹ ಬಹಳ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಬಲ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ಕಾಂತೀಯ ವಿಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ವಿವರಣೆ ನೀಡಲು ಅನೇಕ ಅಸಫಲ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಅನಂತರ ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಉಗಮದ ಯಾಂತ್ರಿಕತೆಯೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ವೀಕೃತವಾಗಿದೆ. ಇದೀಗ ಈ ವಿಕರಣಗಳಿಗೆ ಮೂಲ ಕಾರಣ ಅಧಿಕ ತಾಪಮಾನದ ಒಂದು ತಟ್ಟೆಯಾಗಿದ್ದು, ಇದು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದೆಂದೂ, ಇದು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬೃಹತ್ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಇರುವ ದೈತ್ಯ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುದಾಗಿಯೂ ನಂಬಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಕಲ್ಪನೆ

ನಮ್ಮ ಕತೆ 200 ವರ್ಷಕ್ಕೂ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಕ್ಲರ್ಜಿಮನ್ ಜಾನ್ ಮಿಶೆಲ್ 1783 ರಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವನ್ನೂ ಹೊರಗೆ ಬಿಡದೆ ತನ್ನೊಳಗೆ ಬಂಧಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ಕಾಯದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ. ನಾವು ಈಗ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಎಂದು ಯಾವುದನ್ನು ಕರೆಯುತ್ತೀವೋ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪಿಯೆರ್ರೆ ಸೈಮನ್ ಲಾಪ್ಲೇಸ್ 1799 ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಬರವಣಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಮಿಶೆಲ್ ಹಾಗು ಲಾಪ್ಲೇಸ್ ಇಬ್ಬರೂ, ಬೆಳಕು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವೇಗದ ಮಿತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತಮ್ಮ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರು. (ಬಾಕ್ಸ್ 3 ನೋಡಿ)

ಬಾಕ್ಸ್.3

ವಿಮೋಚನ ವೇಗ (Escalpe velocity) ಮತ್ತು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳ ಕಲ್ಪನೆ

ಅಗಾಧ ತೂಕವಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳದಂತೆ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಯಾವುದೇ ಕಾಯಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಕನಿಷ್ಠ ವೇಗ. ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಕಾಯದ ವಿಮೋಚನ ವೇಗದ ವರ್ಗ ಅದರ ರಾಶಿಯ ನೇರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ, ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಕಾಯದ ರಾಶಿ M ಆಗಿದ್ದು ತ್ರಿಜ್ಯ R ಆಗಿದ್ದು, ಅದರ ವಿಮೋಚನಾ ವೇಗ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ c ಗೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದರೆ, ಆಗ

$$R = 2GM / c^2$$ ಆಗುತ್ತದೆ

ಇಲ್ಲಿ G, ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ನಿಯತಾಂಕ. ಇದು ಎರಡು ರಾಶಿಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಉಂಟಾಗುವ ಬಲವನ್ನು ಅವೆರಡರ ರಾಶಿಗಳ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಂತರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

$$F = G\, M1M2 / R^2$$

ಈಗ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯತಾಂಕ G, ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ c ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ರಾಶಿ ಇವುಗಳ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ತೆಗದುಕೊಂಡು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿದರೆ ಸೂರ್ಯನ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಕೇವಲ 3 ಕಿ.ಮೀ. ಇರಬೇಕು ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥವೇನೆಂದರೆ ಸೂರ್ಯನು 3 ಕಿ.ಮೀ. ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಗೋಳವಾಗಿ ಕುಗ್ಗಿ, ಸೂರ್ಯನ ಸಂಪೂರ್ಣ ತೂಕವು ಈ ಆವರಣದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾದರೆ ಸೂರ್ಯ ಬೆಳಕನ್ನು ತನ್ನೊಳಗೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಶಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸದ್ಯ ಸೂರ್ಯನ ತ್ರಿಜ್ಯ 700000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿರುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ ತನ್ನ ಬೆಳಕನ್ನು ತನ್ನೊಳಗೆ ಕೂಡಿಹಾಕಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಪಾಯ ಸ್ಥಿತಿ ಸದ್ಯದಲ್ಲಂತೂ ಇಲ್ಲ!

ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ 1915ರಲ್ಲಿ 'ಸ್ಥಳ – ಸಮಯ' ತಿರುವಿನ ಜ್ಯಾಮಿತಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿರುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮಂಡಿಸಿದಾಗ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. (General theory of relativity – ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪ, GTR) ಆದರೆ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಗಣಿತ ಬಹುತೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲಕ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದೆಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ನಾಲ್ಕು ದಶಕಗಳೇ ಹಿಡಿದವು. ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಗೋಳಾಕಾರವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯ ಕಾರಣ ಕಪ್ಪರಂಧ್ರದಿಂದ ಹೊರಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ವಿವರಣೆ 1905ನಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ ಮಂಡಿಸಿದ ವಿಶೇಷ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಹೇಳಿಕೆ ಅಂದರೆ ಎಲ್ಲ ವೀಕ್ಷಕರಿಗೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವಾದ c = 300,000 km/s ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದೆಯೇ? ಹೀಗೆ ತೋರಿಬರುವ ವೈರುಧ್ಯವನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಗೋಳಾಕಾರ ತರಂಗ ಮುಂಭಾಗ ಬಹಳ ದೂರದಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವಂತೆಯೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ. (ಬಾಕ್ಸ್ 4 ನೋಡಿ) ಆದರೆ ಈ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವ ಒಬ್ಬ ವೀಕ್ಷಕಿಗೆ, ಇದು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಅವಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ; ಬದಲಾಗಿ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಒಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುತ್ತಾಳೆ! ಈ ತರಂಗ

ಮುಂಭಾಗವನ್ನು 'ಘಟನಾ ದಿಗಂತ' (Event horizon) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮೇಲ್ಮೈ ಒಳಗೆ ಯಾವುದೇ ಘಟನೆಯಾದರೂ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಯಾವುದೇ ಮಾಹಿತಿಯಾಗಲೀ, ಬೆಳಕಾಗಲೀ ಹೊರ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಹೊರಗೆ ನಿಂತ ಒಬ್ಬ ವೀಕ್ಷಕನಿಗೆ ಇದು ಒಂದು ದಿಗಂತವೇ ಸರಿ –ಇದರಾಚೆ ನೋಡಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಿದ, ಚಿತ್ರ ತೆಗೆದ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಮೂಹ ತಾವು ಬಳಸಿದ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ 'ಇವೆಂಟ್ ಹೊರೈಜ಼ನ್ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪ್' (Event Horizon telescope- EHT) ದೂರದರ್ಶಕವೆಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟರು.

ಬಾಕ್ಸ್4.

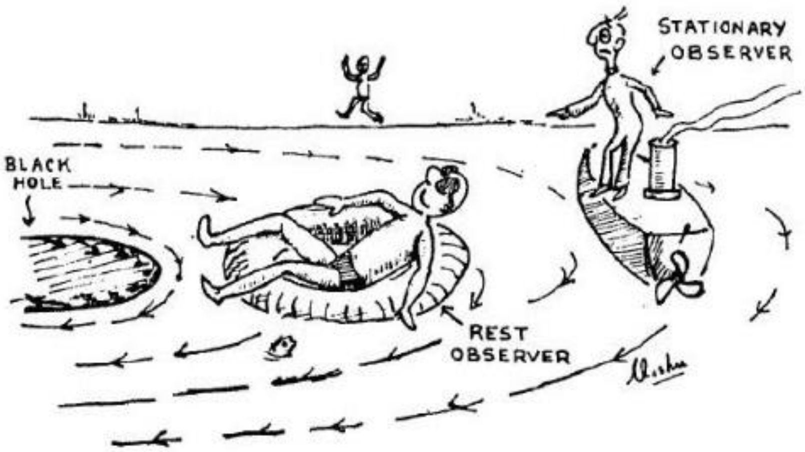
ತರಂಗಮುಖವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು:

ತರಂಗಮುಖಕ್ಕೆ ಒಂದು ಹೋಲಿಕೆಯೆಂದರೆ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ ಕೆಳಗೆ ಹೋಗುತ್ತಿರುವ ತಿರುಗುಮೆಟ್ಟಲಿನ (ಎಸ್ಕಲೇಟರ್) ಮೇಲೆ ಅದೆ ವೇಗದಲ್ಲಿಯೇ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಓಡುತ್ತಿರುವಂತೆ ಎಂದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮೇಲಿನಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಅವನು ನಿಂತಲ್ಲೇ ನಿಂತಿರುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ತಿರುಗು ಮೆಟ್ಟಿಲಲ್ಲಿ ಕೆಳಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತಿರುವ ಇನ್ನೊಬ್ಬನಿಗೆ ಅವನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಇಂದು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವು ಬೃಹತ್ ತಾರೆಗಳ (ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ 20 ಪಟ್ಟು ತೂಕವಿರುವ ತಾರೆಗಳು) ಅಂತ್ಯ ಎಂದು ನಂಬುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೃಹತ್ ತಾರೆಯೊಂದು ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಉಪಯೋಗವಾದ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಕುಸಿಯುತ್ತದೆ. ತಾರೆಗಳ ಅಗಾಧವಾದ ಜಡದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಚಿಕ್ಕ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೆ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೆನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿ ಅಪಾರವಾಗಿ, ಅದರಿಂದ ಏನೂ ಕಡೆಗೆ ಬೆಳಕು ಸಹಿತ ಹೊರಬರಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಗಳನ್ನು 2016ರಲ್ಲಿ ಲೆಗೋ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳು ಮೌಲ್ಯೀಕರಿಸಿತು. ಅಲ್ಲಿನ ವೀಕ್ಷಕರು ಎರಡು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳ ತರಂಗಗಳನ್ನು 'ಆಲಿಸಿ' ಪತ್ತೆ ಮಾಡಿದರು. ಈ ಎರಡು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳು ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ಮೂವತ್ತು ಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ತೂಕ ಹೊಂದಿದ್ದವು.

ಎಂ 87ನಂತಹ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರಗಳು ಬುಗುರಿಯಂತೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವುದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ತನ್ನೊಳಗೆ ಬೀಳುವ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲಗಳಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಪೂರ್ಣ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದಲೂ ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಯೇ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಜಲಪಾತವೊಂದು ತೇಲುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳ–ಸಮಯ ಅನಂತತೆಯಲ್ಲಿ (ಸ್ಪೇಸ್–ಟೈಮ್ ಕಂಟಿನ್ಯೂಯಂ) ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಎಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಲ್ಪನೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತಲಿನ ದೇಶಕಾಲವನ್ನು

ಒಂದು ದ್ರವವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ ಅದು ಕೇವಲ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ತಿರುಗುವಿಕೆಗೂ ಒಳಪಡುತ್ತದೆ. ಒಳಮುಖವಾಗಿ ಬರುವ ಒಂದು ಕಣ ಅಥವಾ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ ಕೂಡ ಭ್ರಮಣೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಹೆಸರಾಂತ ಸಂಶೋಧಕ ಸಿ.ವಿ.ವಿಶ್ವೇಶ್ವರರವರು ಬಹಳ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಅಣುಕು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಿದ್ದಾರೆ (ಚಿತ್ರ 2 ನೋಡಿ). ಇವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ತಾರಾಲಯವನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ.



ಈಗ ಅದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿರಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಓಡುವ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ.
"Alice in wonderland" ನಲ್ಲಿನ ರೆಡ್ ಕ್ವೀನ್

ಚಿತ್ರ 2. ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವವರ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಿರುವ ಸಿ.ವಿ.ವಿಶ್ವೇಶ್ವರ್ ರಚಿಸಿರುವ ವ್ಯಂಗ್ಯ ಚಿತ್ರ. ಇಲ್ಲಿ 'ಆಲಿಸ್ ಇನ್ ವಂಡರ್ ಲ್ಯಾಂಡ್'ನ ಕತೆಯ ಹೋಲಿಕೆ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Credits: This image is derived from C. V. Vishweshwara's article "Black Holes for Bedtime" in the volume "Gravitation, Quanta and the Universe; proceedings of the Einstein Centenary Symposium held on 29th January—3rd February, 1979, in Ahmedabad, India." Edited by A. R. Prasanna, J. V. Narlikar, and C. V. Vishveshwara. A Halsted Press Book, published by John Wiley & Sons, New York, 1980, p154-167. Image reproduced here courtesy Prof. Sarawathi Visweshwara

ಎಂ87 ನ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು

ಎರಡನೇ ವಿಶ್ವ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರೇಡಾರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ, ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಹಾಗು ಅಮೆರಿಕಾದ ಹಲವಾರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಯುದ್ಧದ ನಂತರ ಖಗೋಳ ಕಾಯಗಳಿಂದ ಬರುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯತ್ತ ಗಮನ ಹರಿಸಿದರು. ವಿಶ್ವವನ್ನು ಭೇದಿಸಲು ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕನ್ನು ಬಳಸಿ ನಡೆಸುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಿಂತ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಕಷ್ಟವಾಗಿತ್ತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಪ್ರಮುಖ ಅನಾನುಕೂಲತೆ ಎಂದರೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ತರಂಗಾಂತರ (ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಥವಾ ಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾಗುತ್ತವೆ) ಹಾಗೂ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕಿನ

ತರಂಗಾಂತರ ಅರ್ಧ ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ ಇರುತ್ತದೆ). ಆದ್ದರಿಂದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಅನಾನುಕೂಲವಿದ್ದರೂ, ಇವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅನೇಕ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 1948ರಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾದ ಸಿಡ್ನಿಯ ಇಬ್ಬರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು – ಜಾನ್ ಬೊಲ್ಟನ್ ಮತ್ತು ಗಾರ್ಡೋನ್ ಸ್ಟಾನ್ಲಿ ಕನ್ಯಾ ರಾಶಿ (constellation of Virgo)ಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗದ ಒಂದು ಪ್ರಬಲವಾದ ಮೂಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಅವರು ಒಂದು ಪ್ರಸ್ತಾವನೆಯನ್ನೂ ಮುಂದಿಟ್ಟು, ಈ ವಸ್ತು 30 ಶತಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ(ಹೊಸ ಮೌಲ್ಯ 55 ಶತಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ) ದೂರವಿರಬಹುದೆಂದು ಆಲೋಚಿಸಿದರೂ ಈ ಆಕರ ನಮಗೆ ಆ ಹೊತ್ತಿಗಾಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದಲ್ಲೇ ಇದೆ ಎನ್ನುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು. ಈ ಆವಿಷ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ತಂತ್ರಕ್ಕೆ ಇಂಟರ್ಫೆರೋಮೆಟ್ರಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ (ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು) ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಗೆ ತಲುಪುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಉಬ್ಬುಗಳ ಹಾಗೂ ತಗ್ಗುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಸಮಯಾಂತರವನ್ನು ಮಾಪನ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅನಂತರ ಈ ಮಾಪನಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಆಕರದ ದಿಕ್ಕು ಹಾಗು ಪ್ರಬಲತೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಶಬ್ದದ ಮೂಲವನ್ನು ಎರಡು ಕಿವಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮತ್ತು ತನ್ಮೂಲಕ ಮೆದುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ತಕ್ಕ ಯಂತ್ರಾಂಶ/ ತಂತ್ರಾಂಶಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವ ವಿಧಾನವೇ ಇದೇ ತತ್ತ್ವ – ಆಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಸಂಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದು ಮತ್ತು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೋಲಿಸುವುದು – ಇಂದಿನ ಬಹುತೇಕ ರೇಡಿಯೋ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ಇದು ಇ.ಎಚ್.ಟಿ ಪ್ರಯತ್ನದ ಬುನಾದಿಯೂ ಹೌದು. (ಬಾಕ್ಸ್ 5 ನೋಡಿ)

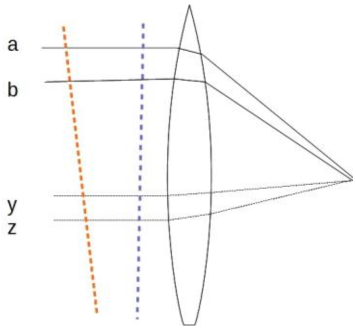
ಬಾಕ್ಸ್.5

ಇಂಟರ್ಫೆರೊಮೆಟ್ರಿ :

ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ರೇಡಿಯೋ ವಿಕಿರಣದ ಮೂಲಗಳಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ಗೋಳಾಕಾರದ ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲವಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಜೋಡಣೆಯ(array) 'ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಶಕ್ತಿ' ಹತ್ತಿರ ಇರುವ ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲಗಳನ್ನು (ಅಥವಾ ಬೆಳಕು ಅಥವಾ ಮತ್ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣ) ಎರಡು ಬೇರೆಬೇರೆ ಮೂಲಗಳೆಂದು ಆ ಉಪಕರಣ ಗುರುತಿಸುವುದೋ, ಆ ಎರಡು ಆಕರಗಳ ನಡುವೆ ಉಂಟಾಗುವ ಕನಿಷ್ಟ ಕೋನ $\theta\,min$ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರವಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ ವಿಕಿರಣದ ಮೂಲಗಳು ಈ ಮಿತಿಗಿಂತ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೆ ದೂರದರ್ಶಕವು ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲಗಳೆಂದು ಗುರುತಿಸದೆ, ಒಂದೇ ಮೂಲವೆಂದು ಗುರುತಿಸುವುದು ಹಾಗೂ ಅದರಿಂದ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ ಮಸುಕಾದ ಚಿತ್ರದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. $\theta\,min$ ಸೂತ್ರ ಕೋನವನ್ನು ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿದಾಗ ನಿಜಕ್ಕೂ ಬಹಳ ಸರಳವಾಗುತ್ತದೆ. (ಒಂದು ರೇಡಿಯನ್

ಕೋನವೆಂದರೆ, ಒಂದು ಘಟಕ ತ್ರಿಜ್ಯವಿರುವ ವೃತ್ತದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಘಟಕ ಉದ್ದವಿರುವ ಕಂಸದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಕೋನವೇ ಒಂದು ರೇಡಿಯನ್ ಕೋನ = ~ 57.3 ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಗೆ ಸಮಾನವೆಂದು ನೆನಪು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ) ಅತಿ ಸಣ್ಣಕೋನಗಳಿಗೆ ಕಂಸ ಹಾಗು ಚಾಪಕರ್ಣ(ವೃತ್ತದ ಪರಿಧಿಯ ಮೇಲಿನ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಸರಳರೇಖೆ–chord) ಉದ್ದಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಸರಿಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಾಯದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅದು ಇರುವ ದೂರದಿಂದ ವಿಭಾಗಿಸಿದರೆ ಕೋನದ ಮೌಲ್ಯ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಬ್ಬ ವಯಸ್ಕ ವ್ಯಕ್ತಿ ತನ್ನ ಕೈನೀಡಿದಾಗ ಆತನ ಬೆರಳು (60ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್) ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದು, ಸುಮಾರು 2 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಗಲ ಇರುವ ಬೆರಳು 2/60 =1/30 ರೇಡಿಯನ್ ಅಥವಾ 2 ಡಿಗ್ರಿ ಕೋನ ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅದೇ ರೀತಿ ಗಾತ್ರ D ಇರುವ ಹಾಗು **λ** ತರಂಗಾಂತರದ ವಿಕಿರಣ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ದೂರದರ್ಶಕದ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಶಕ್ತಿ

$\theta_{min} \approx \lambda / D$ ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಈ ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಮಿತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ನೀಲಿಬಣ್ಣದ ತುಂಡುರೇಖೆ ದೂರದ ಖಗೋಳ ಮೂಲದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ವಿಕಿರಣದ ಸಮತಲದ ತರಂಗಮುಖವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ಜೊತೆಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ತರಂಗಮುಖಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ರೇಖೆಗಳಂತೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಸೂರವು ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ನಾಭೀಕರಿಸಿ ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ತುಂಡುರೇಖೆ ಇನ್ನೊಂದು ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಮುಖವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲಗಳು ರೇಡಿಯನ್‌ಗಳ ಕೋನದ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಮಸೂರದ ಮೇಲ್ಭಾಗ ಮತ್ತು ಕೆಳಭಾಗವನ್ನು ಮುಟ್ಟುವ ಎರಡು ಕಿರಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ $D \times \theta_{min}$ ನಷ್ಟು ಪಥ ಅಂತರವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪಥಾಂತರ ಒಂದು ತರಂಗಾಂತರಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಮೂಲಗಳನ್ನು ದೂರದರ್ಶಕವು ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮೂಲಗಳೆಂದು ಗುರುತಿಸಲು ವಿಫಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ನಮಗೆ ಈ ಕೋನದ ಮಿತಿಗೆ

$\theta_{min} \approx \lambda/D$ ರೇಡಿಯನ್ ಈ ಸೂತ್ರ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

ಈ ಶತಮಾನದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದಿಟ್ಟ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ಖಗೋಳ ಜ್ಞಾನದ ತಂತ್ರಜ್ಞತೆಗಳು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತಲಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಹಂತಕ್ಕೆ ತಲುಪಿರುವ

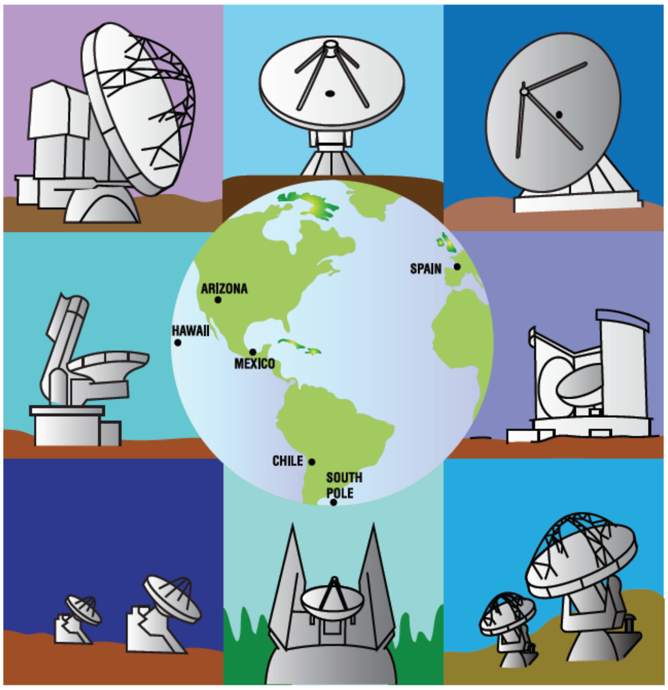
ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಮನಗಂಡರು. ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ತರಂಗಾಂತರದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ತಂತ್ರಜ್ಞತೆ ಬಹಳ ಕೌಶಲದ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೆಂದೂ (ಬಾಕ್ಸ್ 6 ನೋಡಿ)

ಬಾಕ್ಸ್ 6.

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಬಳಕೆ:

ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಘಟನಾ ದಿಗಂತದ ತ್ರಿಜ್ಯ ಸುಮಾರು 50,000 ಜ್ಯೋತಿರ್ಸೆಕೆಂಡ್‌ಗಳೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಎಂ87 ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜವು ನಮ್ಮಿಂದ ಸುಮಾರು 50 ದಶಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷವೆಂದು ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಬಳಿ ಘಟನಾ ದಿಗಂತದ ತ್ರಿಜ್ಯ 3X10*-11 ರೇಡಿಯನ್ ಕೋನವನ್ನು ಮೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕೋನವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸುಮಾರು ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ನ ಮೂರನೇ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ತರಂಗಾಂತರ ಇರುವ ವಿಕಿರಣ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯ ಘಟನಾ ದಿಗಂತದ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹಲವಾರು ಪಟ್ಟುಗಳಿರುವ ನಿರೀಕ್ಷೆ ಇದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹಲವಾರು ರೇಡಿಯೋ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ 1.3 mm ತರಂಗಾಂತರ ಸಾಕಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಅಂದಾಜುಗಳು ದೂರದರ್ಶಕಗಳು 10000 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವುದಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತವೆ.

ಇಎಚ್‌ಟಿ ಯೋಜನೆಗೆ ಬಹುಜನರ ಸಹಕಾರ ಮತ್ತು ಎಂಟು ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಅಗತ್ಯವಿತ್ತು. (ಚಿತ್ರ 3 ನೋಡಿ) ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಎತ್ತರ ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಆರ್ದ್ರತೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತಡೆಯುವುದರಿಂದ ಈ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳನ್ನು ಎತ್ತರದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು.



ಚಿತ್ರ 3. ಇಎಚ್‌ಟಿ ಯೋಜನೆಗೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಮತ್ತು ಅವಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳು. Credits: Adapted from an image by © APEX, IRAM, G. Narayanan, J. McMahon, JCMT/JAC, S. Hostler, D. Harvey, ESO/C. Malin, Max Planck Institute for Radioastronomy. URL: https://www.mpifr-bonn.mpg.de/pressreleases/2019/4.

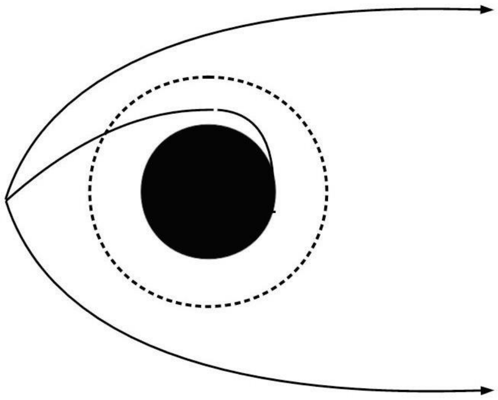
ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಉಂಗುರದ ಆಕಾರದ ವಿಶಿಷ್ಟತೆ

ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಂತಲ್ಲದೆ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಯಾವ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನೂ ಮಾಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರು ಬಹು ದೂರದಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರುವ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಅವರು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ಕಾಯಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿವರಗಳು ತಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು 'ಮಾದರಿಗಳನ್ನು' ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವು ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತು ಯಾವ ಬಗೆಯ ದ್ರವ್ಯದಿಂದ ಆಗಿದೆ, ಅದರ ತಾಪಮಾನವೇನು, ಅವು ಚಲಿಸುವ ರೀತಿ ಮುಂತಾದವನ್ನು ಸೀಮಿತವಾದ ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕಲ್ಪನೆ ಮಾಡಿದ ಮಾದರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಯಾವುದೇ ಮಾದರಿಯು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಲೇಬೇಕು. ವಾಸ್ತವಿಕ ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಗಳೊಡನೆ ಸರಿಹೊಂದುವಂತಹ ಮುನ್ನೋಟಗಳನ್ನು ನೀಡಬಲ್ಲ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರಚಿಸಲು ಬಹಳ ಕ್ಲಿಷ್ಟಕರವಾದ ಗಣಿತ ಹಾಗು ಗಣಕ ಕ್ರಮವಿಧಿಗಳು (ಪ್ರೋಗ್ರಾಂಗಳು) ಅವಶ್ಯಕ. ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಗುಣಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸುಧಾರಣೆ ಆದರೆ, (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದೇ ಕಾಯವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗಾಂತರಗಳಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಪೃಥಕ್ಕರಣ ಶಕ್ತಿಯ - resolving power – ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದಾದರೆ) ಈ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಯೊಂದಿಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಅವುಗಳನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲವೂ ಸರಿಯಾದರೆ ಯಾವ ಮಾದರಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವುದೋ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅದನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಮಾದರಿಯೆಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಶತಮಾನದಷ್ಟು ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಗಳೊಂದಿನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದ ನಂತರ ನಾವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿಯುತ ವಿಕರಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತ ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಣೆ ನೀಡಬಲ್ಲ ಮಾದರಿ ದೊರೆತಿದೆ. ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಅನಿಲವಿದ್ದು, ಅದು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ. ವಿವಿಧ ಅನಿಲಗಳ ಹರಿವುಗಳು ವಿವಿಧ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ

ಘರ್ಷಣೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಎರಡು ಪರಿಣಾಮಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಘರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹೇಗೆ ಒಳಗಿನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೋ ಹಾಗೆ ಒಳಗಿನ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲವು ಘರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣ ಒಳಗಿನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಈ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಅನಿಲದ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಈ ಉಷ್ಣ ಶಕ್ತಿಯು ಅನಿಲವು ಒಳಗಿನ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಇಳಿಯುವಾಗ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಭಾವ್ಯ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸರಿಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸರಳ ಉದಾಹರಣೆ ಕೊಡಬಹುದು. ಒಂದು ಕಲ್ಲು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬೀಳುವಾಗ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವಾಗ ಈ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುತ್ತದೆ. ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ತಾಪಮಾನಗಳು ಬಹಳ ತೀವ್ರವಾಗಿದ್ದು, ಈ ತಾಪಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅನಿಲದ ಉಂಗುರಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಅನಿಲವು ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬಾಗಿದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಕೇಂದ್ರಭಾಗದಲ್ಲಿ ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತುವ ಅನಿಲ ಒಂದು ಪಂಪ್‌ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಅನಿಲವನ್ನು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರರೇಖೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬೀಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹಲವು ಕೊಳವೆ ಬಾವಿಗಳ ತಳದಲ್ಲಿರುವ, ವೇಗವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಯಾಗಿ ತಿರುಗುವ ಪಂಪ್ (ಸೆಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಗಲ್ ಪಂಪ್) ಭೂಮಿಯ ಒಳಗಿಂದ ನೀರನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತುವುದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುವುದನ್ನು ನೆನಪುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 4. ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಮಾಡದಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವ ವಿಕಿರಣಗಳು. ಛಿದ್ರರೇಖೆಯನ್ನು ಫೋಟಾನ್ ಗೋಳ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅದನ್ನು ದಾಟುವ ಯಾವುದೇ ವಿಕಿರಣ ಘಟನಾ ದಿಗಂತದಲ್ಲಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ದಾಟುವುದನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪದರಲ್ಲಿ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕಿರಣಗಳು ಬಾಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ವೀಕ್ಷಕನನ್ನು ತಲುಪಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಹೋಗುವಾಗ

ಉಂಗುರದ ಆಕಾರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮುಡಿಸುತ್ತದೆ. ಗೋಳದಿಂದ ಘಟನಾ ದಿಗಂತದಿಂದ ಆಚೆ ಇರುವ ಗೋಳದಿಂದ ಯಾವುದೇ ವಿಕಿರಣ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ

ಈ ಮಾದರಿಯು ಬಹಳ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡರೂ, ಇದಕ್ಕೆ ಸಮೀಕ್ಷೆಗೊಳಗಾದ ವಿಕರಣಗಳ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ತರಂಗಾಂತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಬೃಹತ್–ಪ್ರಮಾನದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳ ಬೆಂಬಲವಿತ್ತು, ಈ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಇ.ಎಚ್.ಟಿ ಯೋಜನೆಗೆ ಮೊದಲೇ ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ತೆಗೆದ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಮಾದರಿಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಣಾ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಜೊತೆ ಹೋಲಿಸಿ, ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ತಿಳಿಯದಿದ್ದ ಕೆಲವು ಪ್ರಮಾಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಹಾರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾಯ್ತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ತೂಕ, ಅದು ತಿರುಗುವ ವೇಗ, ಇದರೊಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲದ ಪ್ರಮಾಣ, ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಬಲ ಮುಂತಾದ ವಿವರಗಳು ಸೇರಿವೆ. ಹೀಗೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಕಪ್ಪು ರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರವು ನಮಗೆ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಅದರ ಸುತ್ತಲಿನ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಆದರೆ ಈ ಚಿತ್ರದ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿ ಕಗ್ಗತ್ತಲು ಇರುವುದೇಕೆ? ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಒಳಗೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ವಿಕಿರಣ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಪ್ರಬಲವಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ರೇಡಿಯೋ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಗುರದಂತಿರುವ ಆಕಾರ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಕ್ಕೆ ತೀರಾ ಹತ್ತಿರ ಸುಳಿಯುವ ವಿಕಿರಣ ಅದರ ಒಳಗೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.(ಚಿತ್ರ 4 ನೋಡಿ) ಅಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಗೆ ಯಾವ ವಿಕಿರಣವೂ ನಾವು ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗದ ಕಾರಣ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗ ಗಾಢಕತ್ತಲಿನಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವು ಕಾಣದಂತೆಯೂ, ಅಗೋಚರವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದರೂ, ಅದರ ವಶಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕದೆ ಬಹಳ ಸ್ವಲ್ಪದರಲ್ಲಿ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡ ಕಿರಣಗಳ ಮೂಲಕ ತನ್ನ ಇರುವಿಕೆಯ ಸ್ಪಷ್ಟ ರುಜುವಾತನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ಮುಕ್ತಾಯ:

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಉಂಗುರದ ಬಗ್ಗೆ ಇರುವ ಉತ್ಸಾಹ ನ್ಯಾಯಸಮ್ಮತವಾದದ್ದೆ. ಇದು ಎರಡು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಕೇವಲ ಊಹೆಯಂತೆ ನೀಡಲಾಗಿದ್ದ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ನೀಡಿರುವ ಅದ್ಭುತ ಸಾಕ್ಷಿ. ಸುಮಾರು 50 ವರ್ಷಗಳ ಮುಂಚೆಯೇ ಖಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅಸ್ತಿತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರವಾದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದರೂ ಈ ಸಾಕ್ಷಿ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳು

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಸಮೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡಂತೆ ಇದೆ ಎನ್ನುವ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ್ದವು. ಇಂತಹ ವಿಚಾರಗಳು ಬೃಹತ್ ತಾರೆಗಳ ಅಂತ್ಯ ಹಾಗು ನಕ್ಷತ್ರ ಪುಂಜಗಳ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಬರುವ ಪ್ರಬಲ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೂ ಅನ್ವಯವಾಗುವಂತಿದ್ದವು. ಹಾಗಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರಗಳ ಪಾತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ನೇರ ಸಾಕ್ಷಿಗಾಗಿ ಕಾಯುತ್ತಿದ್ದರು. 2016 ರಲ್ಲಿ **LIGO - Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory** ಹಾಗೂ 2019 ರಲ್ಲಿ EHT– **Event Horizon Telescope** ಬಹುಕಾಲದ ಈ ನಿರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಿವೆ.

ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅದ್ಭುತವಾದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ, ಅದರ ಘಟನಾ ದಿಗಂತ ಮತ್ತು ಅದರ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು, ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಎಲ್ಲವನ್ನು ತನ್ನೊಳಗೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಕೃತಿ ಎಲ್ಲವು ಒಬ್ಬ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಕೌತುಕವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ವಿಚಾರಗಳು. ಒಂದು ಭೌತವಸ್ತು ಘಟನಾ ದಿಗಂತವನ್ನು ದಾಟಿ ಒಳಹೊಕ್ಕರೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿಯದಿದ್ದರೂ, ಅದು ಮತ್ತಷ್ಟು ಮೈನವಿರೇಳಿಸುವ ವಿಚಾರ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಈ ಹೊಸ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಖಂಡಿತವಾಗಿ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಹಾಗು ವೀಕ್ಷಣಾ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ನಾವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿವರವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಮಾನವನ ಅರಿವಿನ ದಿಗಂತವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವತ್ತ ಗಮನಹರಿಸಬಹುದು.



ಪ್ರಮುಖಾಂಶಗಳು

- ಏಪ್ರಿಲ್ 2019ರಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅಥವಾ ಕೃಷ್ಣರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸಫಲರಾದರು. ಈ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಎಂ87 ಎಂಬ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜದಲ್ಲಿ ಉಪಸ್ಥಿತವಾಗಿದೆ.

- ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರ ಬೆಳಕನ್ನೂ ಸಹ ಬಂಧಿಸಿಡುತ್ತದೆ ಎನ್ನು ಕಲ್ಪನೆ 200 ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಳೆಯದು. ಅದು ಐನಸ್ಟೀನ್‌ನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ತತ್ತ್ವದಿಂದ ಸಮರ್ಪಕ ಗಣಿತ ರೂಪ ಪಡೆಯಿತು.
- 2016ರಲ್ಲಿ LIGO ವೀಕ್ಷಣಾಲಯ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ 20 ಪಟ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮುಗಿಸಿ, ಕುಸಿದುಬಿದ್ದಾಗ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಾಕ್ಷಿಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡಿತು.
- ಈ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುದ್ದಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಇಡೀ ಭೂಗೋಳದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿತರಣೆಗೊಂಡಿದ್ದ ಡಿಶ್ ಆಂಟೆನ್ನಾಗಳಿಂದ ಪಡೆದ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ಮತ್ತು ಮುನ್ನೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಜನರಿದ್ದ ತಂಡದ ಪರಿಶ್ರಮದಿಂದ ರೂಪಿಸಲಾಗಿತ್ತು. (ಇವೆಂಟ್ ಹೊರೈಜ಼ನ್ ದೂರದರ್ಶಕ ಅಥವಾ ಇಎಚ್‌ಟಿ ಸಹಯೋಗ)
- ಭೂಮಿ ಎಂ87ರ ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಿಂದ ಮತ್ತು ಇದೇ ರೀತಿಯ ನಕ್ಷತ್ರಪುಂಜಗಳಿಂದ ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವುದು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿದ್ದು, ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಕಪ್ಪುರಂಧ್ರವನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲ ತಟ್ಟೆಗಳು (ಅನಿಲ ತಟ್ಟೆಗಳು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.) ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಈ ಚಿತ್ರ ನಿಶ್ಚಿತವಾದ ಸಾಕ್ಷಿ ನೀಡುತ್ತದೆ.

ರಾಜಾರಾಂ ನಿತ್ಯಾನಂದ
ಇವರು ಪ್ರಸ್ತುತ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಅಜ಼ೀಮ್ ಪ್ರೇಮ್‌ಜಿ ವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಇವರು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ರಾಮನ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದರು. ಸುಮಾರು ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಪತ್ರಿಕೆ 'Resonance'' ನ ಮುಖ್ಯ ಸಂಪಾದಕರಾಗಿ ಕೆಲಸ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಹುಭಾಗ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಅವು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಮತ್ತು ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು, ಬಹಳಷ್ಟು ಗಣಿತ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದೆ. ರಾಜಾರಾಂರವರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹಾಗೂ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳ ಜೊತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತಾರೆ. ಇವರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಜನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವವರೂ, ಬೇರೆ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿರುವವರೂ ಇದ್ದಾರೆ.